

作者： 夏敏
日期： 2025-06-01
邮箱： xiamin58@qq.com
电话：

湖南长沙

EL3356-0010 高精度动态称重的使用案例

摘 要：此案例，是笔者 2023 年时期的一个项目，经过 2 年反复测试、现场反馈、问题优化总结得出，主要针对快速、高精度称重场景。使用倍福 EL3356-0010 模块，快速动态称重精度可达 0.25g 左右（**称重时间 100ms**）。

基于项目保护原则，原项目程序、文档就不展示进来了，笔者尽量用言简意赅的话说明各个关键点，并讲解在具体应用过程中的细节。

注：本项目称重传感器选用的是 5kg 量程的，如果需要更高精度，需要更换量程。也可以根据本文中的第 3.2 章节中介绍的设置，对滤波参数进行修改。

关键字：EL3356-0010、高精度称重、快速动态称重

免责声明：我们已对本文档描述的内容做测试。但是差错在所难免，无法保证绝对正确并完全满足您的使用需求。本文档的内容可能随时更新，也欢迎您提出改进建议。

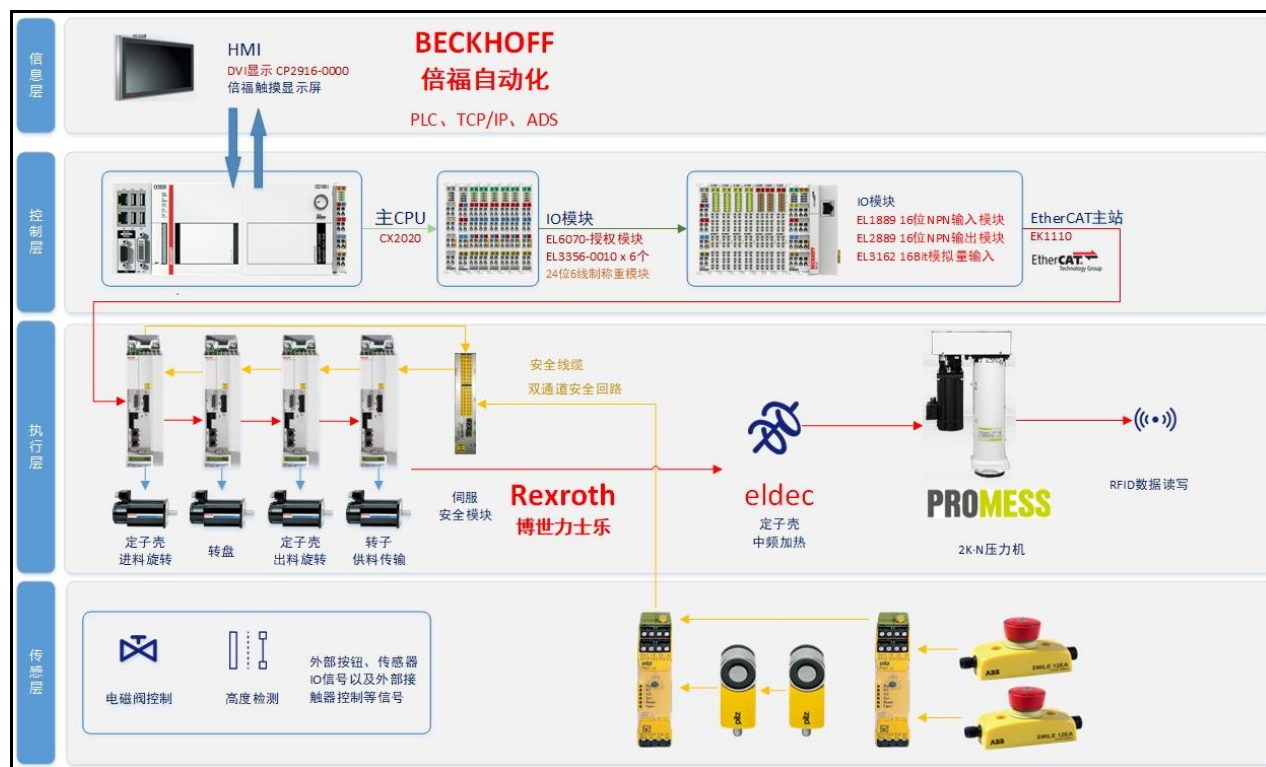
附件：

[《EL3356 的简要校准步骤》](#)

目录

1	硬件网络拓扑结构	2
2	EL3356-0010 模块介绍	3
3	EL3356-0010 模块参数配置	3
3.1	反馈值设定	3
3.2	CoE-Online 参数设置	4
4	传感器校准	5
4.1	称重传感器自动校准程序	5
5	PLC 程序内称重数据滤波	6
5.1	一阶低通滤波	6
5.2	平均值滤波	6
6	FAQ	7
6.1	传感器温升导致称重不准	7

1 硬件网络拓扑结构



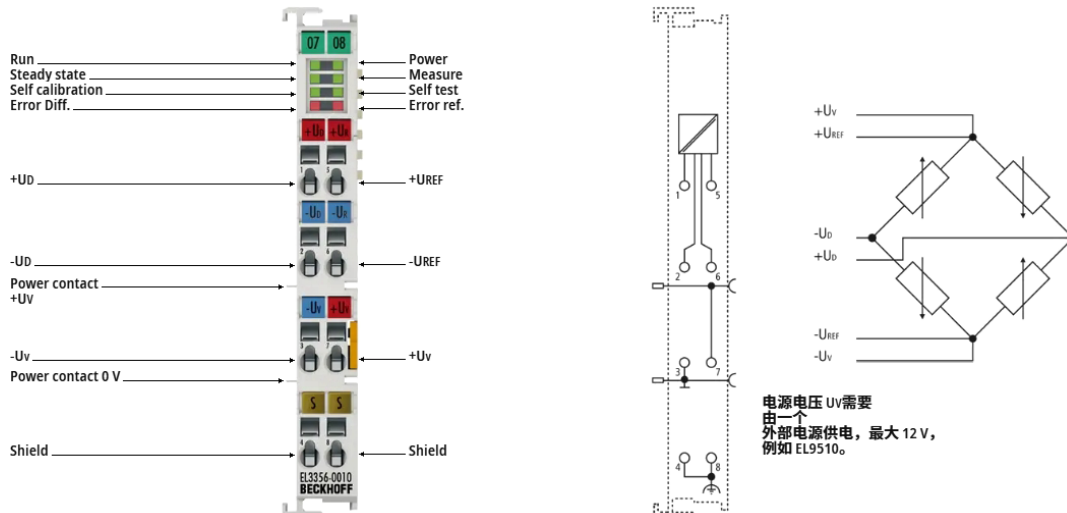
名称	型号	备注
笔记本系统版本:	Win10 专业版	22H2
笔记本 TwinCAT 版本:	TC3 4024.12	
测试 PLC Runtime 版本:	TC3 4024.12	PLC Task 周期 2 ms
触摸屏:	CP2916-0000	15.6 英寸多点触控控制面板，高端大气上档次
CPU:	CX2033-0175	测试使用的 PLC 型号，具体项目选型可联系当地办事处
UPS 电源:	CX2100-0904	UPS 电源模块，设备断电可保证数据安全性
授权模块:	EL6070	购买了基本 NC 运动控制、ModbusTCP 等项目需要用到的授权
称重传感器供电:	EL9510	提供稳定可靠的 10V 电压给到传感器的激励电源
称重模块:	EL3356-0010	24Bit 高精度 ADC 芯片
E-Bus 电源模块:	EL9410	6 个称重传感器已经占用近 2A 的 E-Bus 电源，所以需要加一个
输入模块:	EL1889	16 通道 NPN 输入模块，低电平有效
输出模块:	EL2889	16 通道 NPN 输出模块，输出 0V
模拟量输入:	EL3162	16Bit ADC 芯片，高度测量精度更高
EtherCAT 主站模块:	EK1110	扩展后续的伺服、阀岛等 EtherCAT 从站设备

以上所用到的硬件手册，就不过多赘述了。有兴趣可以前往 www.beckhoff.com.cn 进行下载查看。

2 EL3356-0010 模块介绍

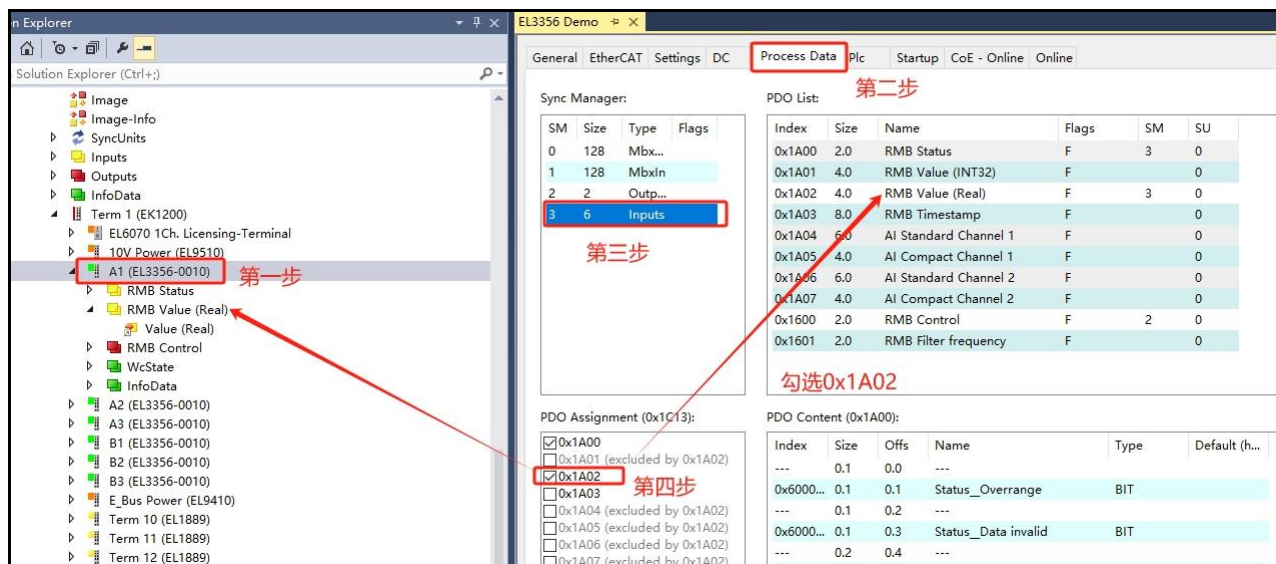
电桥测量端子模块 EL3356-0010 能够直接连接 1 个电阻桥或 1 个四线制或六线制称重传感器。模块带有自动自校准、四倍频平均器、动态滤波器、高速数据采样功能，采样周期最快 100 μ s。

以下为本次项目用到的传感器接线图（量程 5kg）：



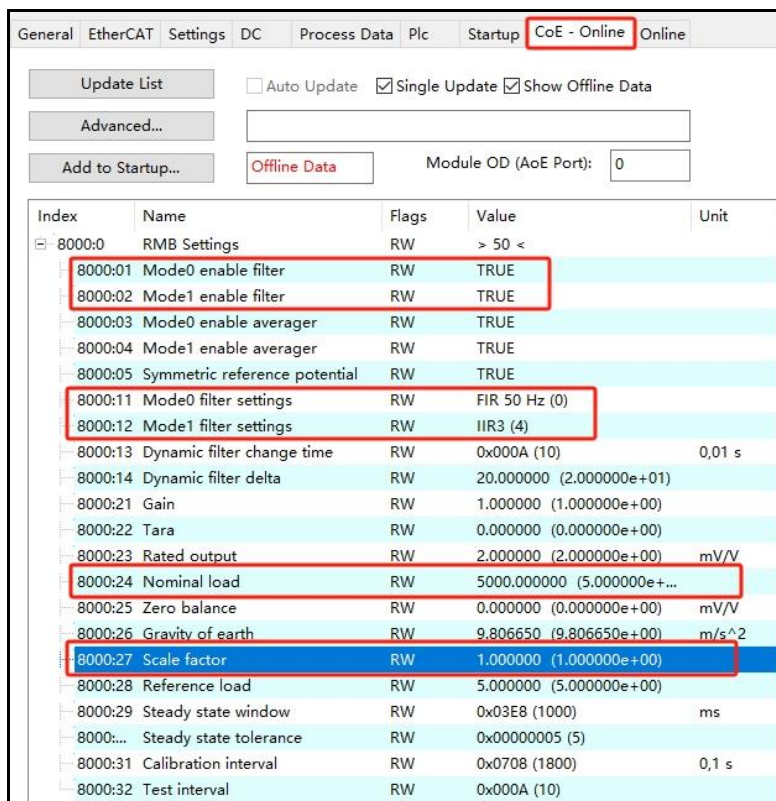
3 EL3356-0010 模块参数配置

3.1 反馈值设定



注：在模块的 Process Data 设置里面，建议按照我标注的方式勾选 0x1A02，这样当与 PLC 变量进行链接时，反馈的值是浮点数。这样会更精确一些。

3.2 CoE-Online 参数设置



注：以上参数建议添加到 StartUp 里面去，如果模块坏掉了，更换模块后，参数依然在。

参数 8000:24 和 8000:27，这两个参数可以理解成一组的，一个是传感器量程，一个是单位。依上图可知，我将这个模块的参数设置成：单位 1g，量程为 5000g 的称重传感器。

例如：8000:24 设置为 10000，8000:27 设值为 1。可以理解为单位 1g，量程为 10kg 的称重传感器。

此处需要重点介绍的参数是：**8000:11 和 8000:12**，这两个参数，会直接影响到测量结果的准确性和输出结果的快慢。按照参数介绍可知，这个参数是设置模块的滤波参数：FIR50Hz、FIR60Hz、IIR 1、IIR 2...IIR 8。

本项目中，称重时间只有 100ms，在保证精度的前提下，我将滤波器设置为：**IIR 3**。如果你的称重时间够长，且精度要求更高，可以尝试修改为 IIR 5 或者 IIR 7。

如果你觉得使用修改 CoE-Online 的参数比较麻烦，也可以在 PLC 程序中使用 FB_EcCoeSdoRead 和 FB_EcCoeSdoWrite 功能块，对这个参数进行读写。

参考文档：[TwinCAT 3 运动控制库及功能块常见问答: coe 读取使用哪个功能块](#) | 倍福虚拟学院

4 传感器校准

EL3356-0010 自带了传感器校准功能，但是我觉得这种方式比较麻烦，需要手动对 CoE-Online 参数进行修改。如果你觉得使用修改 CoE-Online 的参数比较麻烦，也可以在 PLC 程序中使用 FB_EcCoeSdoRead 和 FB_EcCoeSdoWrite 功能块，对这个参数进行读写。（[校准方式参考链接](#)）

这里我提供另一个思路，对传感器进行去皮校准功能，那就是自己写程序对传感器进行校准。这里需要使用一元一次方程 $y = kx + b$ ，具体方法如下：

1、传感器不放东西，0 克重时（ $y1$ ），取一个模块的反馈值，保存为： $x1:10$ 。

2、使用 1kg 砝码放在传感器上面（ $y2$ ），取一个模块的反馈值。保存为： $x2:1010$ 。

3、 $y1 = 0$, $y2 = 1000$ 。

4、套入公式得到 $k = \frac{(y2 - y1)}{(x2 - x1)}$, $b = y1 - (k * x1)$ 。

5、这里有个细节需要注意的：这里有个细节需要注意的：k = (y2 - y1) / (x2 - x1)，这个算法在程序中需要做个“除零保护”，否则保证你的程序会出现 BUG。

```
IF (x2 - x1) <> 0 THEN
```

```
    k = (y2 - y1) / (x2 - x1)
```

```
END_IF
```

6、再将 k、b 的值套入公式：ActWeight(当前重量)=EL3356_Weight(模块反馈值)*k+b。

注：类似这种称重的项目，建议定期用标准砝码对传感器进行一次校准。

以上的 $x1$ 、 $x2$ 、 $y1$ 、 $y2$ 需要作为掉电保存变量存储起来。

4.1 称重传感器自动校准程序

更新日期：2025 年 06 月 27 日

更新原因：客户反馈称重传感器校准太频繁了，对标他们国外进口的设备，希望我们做个自带校准称重的功能，笔者对客户的需求进行整理，做了以下程序：

```
FOR i:=1 TO 6 DO                                //扫描 6 个称重传感器
  IF ABS(ActWeight) < 15 THEN                    //因为产品重量均为 200g 以上，低于 15g 判断为无产
    品，默认去皮
    X2[i]:=X2[i]-( X1[i] - EL3356_Weight[i]);    //y2:=1000g 的值不变，新 x2 = x2 减去 x1 变化的值
    X1[i]:=X1[i]-( X1[i] - EL3356_Weight[i]);    //y2:=1000g 的值不变，新 x1 = x1 减去 x1 变化的值
  END_IF
END_FOR
```

举例：原 $x1=10$, $y1=0g$ 。 $x2=1010$, $y2=1000g$ 。当称重传感器发生漂移时，在 0g 状态下，EL3356_Weight 反馈值变成了 30。代入公式：新 $X2:=1010 - (10 - 30):=1030$ ，新 $X1:=10 - (10 - 30):=30$ 。代入到 $y = kx + b$

函数，实际 k 的值是没有发生变化的，变化的是 b 的值在 y 轴发生了偏移，**k:=1, b:=-30, 得到函数 $y=x-30$ 。**

记得使用不同克重的砝码，对传感器进行重量验证：500g, 1000g, 1200g, 1600g 等等。

注：此函数，最好是设备在停止生产时进行调用，且只调用一次，否则会反复写入掉电保存数据。

5 PLC 程序内称重数据滤波

关于 PLC 程序里面，需不需要滤波的问题，看项目具体需求了。这里提供 2 种滤波方式，对采集的数据进行滤波：一阶低通滤波和平均值滤波。

5.1 一阶低通滤波

优点：实时性高，一个 PLC 周期就可以完成滤波，主要用于去除高频噪声。

缺点：滤波后的数据，与实际值存在滞后情况，需要几个 PLC 周期后，才会接近真实值。

实现算法：

$fAlpha:=0.1;$

$Act_Weight:= Last_Weight * (1 - fAlpha) + Act_Weight * fAlpha;$

$Last_Weight:= Act_Weight;$

实际滤波效果，取决于 fAlpha 的大小，值越大越接近与实际值。

5.2 平均值滤波

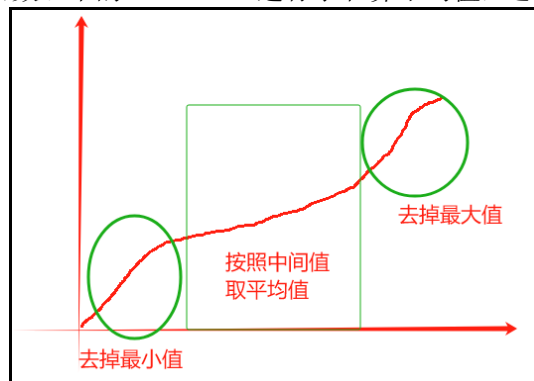
优点：能有效去除低频、高频噪音

缺点：采样周期太长，影响效率

算法思路：

- 1、每个 PLC 周期对模块反馈的数据，进行采样，按顺序丢入数组内 array[1..100]。
- 2、对数组内所有数据按照从小到大进行排序，保存到 Array2[1..100]数组内。
- 3、只对 Array2 数组的 25% - 75%进行求和，算平均值
- 4、得到的平均值，即输出结果。

解释一下为什么只对排序后数组中的 25% - 75%进行求和算平均值，这样能有效剔除掉无效的数据。



6 FAQ

6.1 传感器温升导致称重不准

笔者在项目后期，发现了一个问题。那就是温升的问题，可能导致传感器检测值不准。

故障现象：

设备早上开机的时候，传感器不放东西的时候，显示时 0g 左右。

设备不生产，持续通电 1-2 小时后，传感器没东西的情况下，显示有 1-2g，甚至有到 5g 的情况。

这个问题一直没找到原因，分析可能是传感器本质就是一个应变电阻，电阻在通电的情况下会发热。咨询传感器厂家得到的结论是温升，会导致应变电阻发送变化，从而模块反馈值发生了变化。希望哪位大师解决了这个问题给我来个 Email，我喜欢分享，也喜欢 Ctrl + V。

Xiamin58@qq.com

提供一个不成熟的思路：称重传感器加装铝合金散热片。

近期我就准备测试一下这个方式行不行。

更新日期：2025 年 06 月 27 日

这个问题找到了，实际上传感器反馈值发生变化的原因，和温升关系不大。实际原因是传感器出厂的时候没有对传感器进行“应力释放”，传感器经过反复称重、反复受压，导致传感器物理层面发生了形变，无法或暂时回不到之前标定的去皮状态，从而导致了应变电阻反馈值发生了变化。

这个问题上面，我们应该充分反思，在应用产品、设备调试过程中应该多方面考虑问题，不能迷信品牌，因为这个称重传感器是德国 HBM 品牌的，笔者还真没怀疑过产品的质量问题的。